



Státní ústav radiační ochrany, v. v. i.

Oddělení dozimetrie

Bartoškova 28, 140 00 Praha 4

Metodika M6

Certifikovaná metodika

Stanovení $H^*(10)$ a $H'(0.07)$ systémem EPD

Vypracoval

Funkce	Jméno	Datum	Podpis
Vedoucí oddělení dozimetrie	Ing. Daniela Ekendahl	2.1.2013	

Přezkoumal a schválil

Funkce	Jméno	Datum	Podpis
Ředitel SÚRO	RNDr. Zdeněk Rozlívka	15.3.2013	
Archivní označení	SÚRO 141-15.6-0	Číslo revize	0
Výtisk číslo	1	Datum účinnosti	1.1.2014

Rozdělovník

Výtisk	Převzal	Datum	Podpis
č. 1	Ing. Daniela Ekendahl		
č. 2			
č. 3			

Oponenti

Jméno	Organizace	Datum	Podpis
RNDr. Hana Bílková	SÚJB	20.9.2013	
Ing. Zdeněk Zelenka	CSOD, s.r.o.	19.7.2013	

Vypracováno v rámci projektu VF 20102015014
(Bezpečnostní výzkum MV ČR)

Rok uplatnění

2013

Státní ústav radiální ochrany, v. v. i.	Metodika M6	List: 2 ze 26
	Stanovení H*(10) a H'(0.07) systémem EPD	Datum účinnosti: 1.1.2014 Za správnost: Ing. D. Ekendahl

Změnový list

Číslo změny	Vypracoval	Důvod změny		Schválil	Účinnost od
	Jméno, podpis	Nové listy:	Zrušené listy:	Jméno, podpis	
01					
02					
03					
04					
05					
06					
07					
08					

Přehled revizí

Číslo revize	Důvod revize	Účinnost revize od

Státní ústav radiální ochrany, v. v. i.	Metodika M6	List: 3 ze 26
	Stanovení $H^*(10)$ a $H'(0.07)$ systémem EPD	Datum účinnosti: 1.1.2014 Za správnost: Ing. D. Ekendahl

Obsah

1. CÍL METODIKY	4
2. POJMY, ZKRATKY A SYMBOLY	4
2.1. DOZIMETRICKÉ POJMY	4
2.2. ZKRATKY A SYMBOLY	4
3. POPIS METODY	5
3.1. MĚŘÍCÍ SYSTÉM EPD RADOS.....	5
3.2. POPIS DOZIMETRU A PRINCIP MĚŘENÍ.....	5
3.3. LABORATORNÍ A PŘENOSNÁ ČÁST	7
3.4. PŘÍPRAVA DOZIMETRŮ LABORATORNÍ ČÁSTÍ	8
3.5. MĚŘENÍ DOZIMETRŮ	8
3.6. STANOVENÍ $H^*(10)$, RESP. $H'(0.07)$	9
3.7. ZPRACOVÁNÍ DAT POMOCÍ APLIKACE TLD-RMS	10
3.8. NEJISTOTA STANOVENÍ $H^*(10)$ A $H'(0.07)$ V MM	10
3.9. KALIBRACE A ÚDRŽBA SYSTÉMU EPD	10
3.10. ZABEZPEČENÍ JAKOSTI VÝSLEDKŮ	10
3.11. ZÁZNAMY NEBO VÝSTUPNÍ DOKUMENTACE.....	11
4. UPLATNĚNÍ METODIKY A NOVOST POSTUPŮ	11
5. SEZNAM LITERATURY	12
6. PŘÍLOHY - PRAKTICKÉ POSTUPY A NÁVODY	13
PŘÍLOHA 1: SPOTŘEBNÍ MATERIÁL	14
PŘÍLOHA 2: TECHNICKÉ A DOZIMETRICKÉ PARAMETRY	15
PŘÍLOHA 3: VYNULOVÁNÍ (RESET) DOZIMETRŮ	16
PŘÍLOHA 4: PŘÍPRAVA EPD.....	18
PŘÍLOHA 5: MĚŘENÍ EPD ČTEČKAMI DBR-1 A DBR-2.....	19
PŘÍLOHA 6: PŘENOSY DAT Z DBR-2 PŘI EXTERNÍCH MĚŘENÍCH.....	20
PŘÍLOHA 7: PŘÍJEM DAT LABORATORNÍ ČÁSTÍ Z DBR-2.....	21
PŘÍLOHA 8: ČIŠTĚNÍ EPD	22
PŘÍLOHA 9: VZOR PRŮVODNÍCH LISTŮ	23

Státní ústav radiační ochrany, v. v. i.	Metodika M6	List: 4 ze 26
	Stanovení $H^*(10)$ a $H'(0.07)$ systémem EPD	Datum účinnosti: 1.1.2014 Za správnost: Ing. D. Ekendahl

1. CÍL METODIKY

Metodika popisuje způsob stanovení prostorového dávkového ekvivalentu a směrového dávkového ekvivalentu pomocí měření elektronickými pasivními dozimetry (EPD) na principu přímého uchování náboje. Předpokládané využití těchto EPD se vztahuje k síti termoluminiscenčních dozimetrů za mimořádné radiační situace. EPD by v tomto případě byly použity jako doplňkové dozimetry s možností odečtu hodnoty měřené veličiny přímo v měřících místech. Metodika podává stručný fyzikální popis metody a konkretizuje praktické laboratorní procedury, postupy v rámci měření a přenosů dat. Metodika je dílčím praktickým příspěvkem k realizaci požadavků vyplývajících z Vyhlášky SÚJB 319/2002 Sb. o funkci a organizaci celostátní radiační monitorovací sítě v oblasti monitorování dávek zevního ozáření.

2. POJMY, ZKRATKY A SYMBOLY

2.1. DOZIMETRICKÉ POJMY

Prostorový dávkový ekvivalent $H^*(10)$ je dávkový ekvivalent vytvořený rozšířeným a usměrněným polem záření v hloubce $d = 10$ mm v kouli ICRU na poloměru směřujícím proti směru uspořádání pole. $H^*(10)$ poskytuje konzervativní odhad veličiny efektivní dávka.

Směrový dávkový ekvivalent $H'(0.07, \Omega)$ v daném bodě v poli záření je dávkový ekvivalent vytvořený rozšířeným polem v hloubce $d = 0.07$ mm v kouli ICRU na poloměru ve směru Ω . Je-li $\Omega = 0$, zapisuje se $H'(0.07, 0)$ jako $H'(0.07)$ a platí rovnost $H'(0.07) = H^*(0.07)$. $H'(0.07)$ se používá jako konzervativní odhad veličiny ekvivalentní dávka pro kůži.

2.2. ZKRATKY A SYMBOLY

CLMS	Centrální laboratoř monitorovací sítě
DIS	Direct ion storage (přímé ukládání iontů)
EPD	Elektronický pasivní dozimetr
H	Dávkový ekvivalent (obecně)
$H^*(10)$	Prostorový dávkový ekvivalent
$H'(0.07)$	Směrový dávkový ekvivalent
MM	Měřící místo
MS	Mobilní skupina
MOSFET	Metal oxide semiconductor FET, polem řízený tranzistor
PDE	Prostorový dávkový ekvivalent
PPDE	Příkon prostorového dávkového ekvivalentu
RMS	Radiační monitorovací síť
SÚJB	Státní úřad pro jadernou bezpečnost
SÚRO	Státní ústav radiační ochrany
TLD	Termoluminiscenční dozimetr/dozimetrie

Státní ústav radiční ochrany, v. v. i.	Metodika M6	List: 5 ze 26
	Stanovení $H^*(10)$ a $H'(0.07)$ systémem EPD	Datum účinnosti: 1.1.2014 Za správnost: Ing. D. Ekendahl

3. POPIS METODY

3.1. MĚŘÍCÍ SYSTÉM EPD RADOS

Systém EPD Rados zahrnuje:

a) Laboratorní část

- **Stolní čtečku DBR-1** s kapacitou měření cca 60 dozimetrů za hodinu
- Stolní počítač s nainstalovaným SW systémem **WinELD** zahrnujícím aplikace **ELD Master** a **ELD Connector**
- **Kalibrační zásuvku** pro kontrolu/obnovu provozních parametrů čtečky

b) Přenosná část

- **Přenosnou čtečku DBR-2** s kapacitou měření cca 60 dozimetrů za hodinu
- Přenosný počítač (notebook) s nainstalovanými aplikacemi **WinELD Client** a **ELD Connector**

K těmto částem náleží **pasivní elektronické dozimetry EDIS-1** na principu přímého uchování náboje („Direct Ion Storage“ – DIS) vyhovující požadavkům měření operačních veličin pro monitorování prostředí, tj. $H^*(10)$ a $H'(0.07)$.

K provozu systému jsou dále třeba tato zařízení a pomůcky:

- Pec s nastavitelnou teplotou
- Spotřební materiál pro přípravu a údržbu dozimetrů (viz **Příloha 1**)

3.2. POPIS DOZIMETRU A PRINCIP MĚŘENÍ

Měření dávek na principu DIS je založeno na kombinaci ionizační komůrky s moderní elektronickou paměťovou buňkou. Celá paměťová buňka je situována uvnitř komory tvořené vodivou zdí a naplněné vzduchem, resp. plynem. Plovoucí brána paměťové buňky je obklopena vrstvou oxidu s výjimkou malého otvoru, který umožňuje přímý kontakt plovoucí brány se vzduchem. Fotonové záření procházející vodivou zdí vede k produkci pohyblivých sekundárních nabitých částic, které ionizují plyn uvnitř komory. Vzniklé nabitě částice jsou pomocí elektrického pole odváděny na plovoucí bránu, ještě než dojde k jejich rekombinaci. Náboj shromážděný na plovoucí bráně je úměrný dávce záření a jeho hodnota je převedena na elektronicky čitelnou informaci o napětí. V případě elektronového záření je využívána komůrka s tenkou stěnou. Elektrony, resp. část jejich energie, pak mohou přejít do citlivého objemu komůrky.

Státní ústav radiační ochrany, v. v. i.	Metodika M6	List: 6 ze 26
	Stanovení H*(10) a H'(0.07) systémem EPD	Datum účinnosti: 1.1.2014 Za správnost: Ing. D. Ekendahl

Obr.1: Dozimetr EDIS-1



V dozimetru je zabudováno celkem 5 měřících elementů, 3 z nich jsou ionizační komůrky založené na přímém ukládání iontů (DIS) a 2 jsou MOSFET detektory. Měřící elementy se liší citlivostí a mechanickou konstrukcí v závislosti na typu detekovaného záření. Pro označení jednotlivých elementů jsou používány zkratky DS, DL, DH, SL a SH. První písmeno v označení rozlišuje „hloubkovou“ a „povrchovou“ dávku: „Deep dose“ (odpovídající H*(10)), a „Shallow dose“ (odpovídající H'(0.07)). Druhé písmeno v označení udává přibližný měřící rozsah: S „Sensitive“, L „Low range“ a H „High range“ v závislosti na velikosti detekované dávky. Komůrky DS, DL a SL jsou typu EDIS, komůrky DH a SH jsou typu MOSFET. Všechny komůrky uvnitř dozimetru měří nepřetržitě a nelze vypnout měření některé z nich. Jestliže dávka překročí maximální hodnotu rozsahu DS elementu, pokračuje měření pomocí DL elementu. Je-li překročena maximální hodnota pro DL, pokračuje měření pomocí DH. Totéž se týká elementů SL a SH. Konkrétní hodnoty měřícího rozsahu pro jednotlivé elementy EDIS-1 jsou uvedeny v tab. 1.

Tab. 1: Měřící rozsah pro jednotlivé elementy EDIS-1

Element	Měřící rozsah EDIS-1	Rozlišení displeje
DS	1 – 4000 μ Sv	1 μ Sv
DL	4 – 500 mSv	0,01 mSv
DH	0,5 – 40 Sv	100 mSv
SL	0,01 – 500 mSv	0,01 mSv
SH	0,5 – 40 Sv	100 mSv

Dozimetr se vyhodnocuje zasunutím do čtečky, která měří napětí a jeho hodnotu převádí na příslušný dávkový ekvivalent. Výhodou je, že čtení dozimetru nevede k destrukci shromážděné informace. Naměřená hodnota může být okamžitě přenesena do databáze pro registraci dávek ELD Master, je-li čtečka připojena k počítači v on-line režimu. Dozimetry jsou určeny pro měření dávek záření γ , X a β v rozsahu od 1 μ Sv do 1 Sv a za určitých podmínek až do 40 Sv. Při hodnotách vyšších než 1 Sv je třeba počítat se ztrátou původních vlastností dozimetru. Další podrobnosti včetně technických a dozimetrických parametrů jsou uvedeny v Příloze 2.

Státní ústav radiační ochrany, v. v. i.	Metodika M6	List: 7 ze 26
	Stanovení H*(10) a H'(0.07) systémem EPD	Datum účinnosti: 1.1.2014 Za správnost: Ing. D. Ekendahl

Dozimetr lze použít bez omezení v laboratorních (pokojevých) podmínkách. Je-li použit **ve venkovních podmínkách**, musí být opatřen ochranným obalem, např. z polyetylenové fólie. V takovém případě lze využít **pouze pro měření H*(10)**.

3.3. LABORATORNÍ A PŘENOSNÁ ČÁST

Laboratorní část systému EPD představuje stabilní měřicí stanici v rámci CLMS. Je tvořena stolní čtečkou DBR-1 (viz obr. 2) a počítačem s nainstalovaným SW systémem WinELD zahrnujícím aplikace ELD Master a ELD Connector. Čtečka DBR-1 je připojena k počítači a pracuje v režimu on-line. Pomocí aplikace ELD Master jsou řízeny operace s dozimetry (registrace dozimetrů, přiřazení dozimetru MM, vynulování dozimetrů, stanovení dávek pro dané období). Aplikace ELD Master dále umožňuje vytváření databázových funkcí a poskytuje standardní nástroje pro správu a přenosy dat. Přenos naměřených dat ze čtečky do databáze ELD Master probíhá prostřednictvím aplikace ELD Connector. Z databáze ELD Master lze zvolená data exportovat ve formě výstupního textového souboru. Postupy pro provedení procedur s dozimetry jsou uvedeny v částech 3.4. a 3.5. a na ně navazujících praktických **Přílohách 3 až 5**.

Obr.2: Stolní čtečka DBR-1



Přenosný systém EPD je tvořen přenosnou čtečkou DBR-2 (viz obr. 3) a přenosným počítačem s nainstalovaným SW WinELD Client zahrnujícím ELD Connector. Při vzájemném propojení počítače a čtečky probíhá měření v on-line režimu. Přenosná čtečka však může pracovat i v off-line režimu, kdy jsou naměřená data zaznamenávána do vnitřní paměti. Kapacita paměti je však omezená pro 256 záznamů měření. Převodem dat do počítače prostřednictvím aplikace ELD Connector lze uvolnit kapacitu paměti. Získaná data se ukládají do souboru, který lze převést do databáze ELD Master buď přímo automaticky na dálku za

Státní ústav radiční ochrany, v. v. i.	Metodika M6	List: 8 ze 26
	Stanovení $H^*(10)$ a $H'(0.07)$ systémem EPD	Datum účinnosti: 1.1.2014 Za správnost: Ing. D. Ekendahl

předpokladu předem definovaného a zajištěného síťového připojení nebo dodatečným přenesením souboru s využitím jiného nosiče dat (e-mail, USB flash disc, apod.). Praktické návody pro provedení jednotlivých procedur jsou uvedeny v **Přílohách 5 až 7**. Čtečka DBR-2 může dočasně pracovat i bez napájecího zdroje s pomocí vestavěné záložní baterie, která poskytuje kapacitu pro cca 8 hodin provozu/500 měření.

Obr.3: Přenosná čtečka DBR-2



3.4. PŘÍPRAVA DOZIMETRŮ LABORATORNÍ ČÁSTÍ

Proces přípravy dozimetrů k monitorování zahrnuje registraci nových dozimetrů do systému, zavedení názvů plánovaných MM do databáze, přiřazovací reset spočívající ve vynulování dozimetru včetně jeho elektronického přiřazení vybranému MM, vložení dozimetru do ochranného obalu (v případě monitorování ve venkovních podmínkách), zajištění identifikace dozimetrů a vyplnění průvodních listů. Tuto přípravu lze provádět pouze laboratorním systémem EPD. Po uplynutí doby monitorování následuje měření dozimetru jednou ze čteček (laboratorní, přenosná) – viz dále část 3.5. Při požadavku ukončení monitorování následuje proces elektronického uvolnění dozimetru spočívající v elektronickém odnětí dozimetru od MM. Tuto proceduru lze provést pouze laboratorní částí systému EPD. Praktické návody k provedení těchto základních procedur a operací se systémem EPD v rámci laboratorní přípravy jsou obsaženy v **Přílohách 1, 3 a 4**. Další podrobnosti jsou uvedeny v uživatelské příručce [1].

3.5. MĚŘENÍ DOZIMETRŮ

Měření je aktivováno při zasunutí dozimetru do čtečky – laboratorní nebo přenosné. Probíhají-li průběžná měření ve venkovních podmínkách je třeba nejprve dozimetr vyjmout z ochranného polyetylenového obalu a po změření jej opět opatřit novým obalem. Při měření lze přímo na displeji odečíst hodnoty $H^*(10)$ a $H'(0.07)$. Měření může být opakováno. Postup při měření je uveden v **Příloze 5**. Naměřené hodnoty lze přímo zapsat nebo přenést do

Státní ústav radiační ochrany, v. v. i.	Metodika M6	List: 9 ze 26
	Stanovení $H^*(10)$ a $H'(0.07)$ systémem EPD	Datum účinnosti: 1.1.2014 Za správnost: Ing. D. Ekendahl

připojeného počítače, přičemž je generován datový soubor. Pro externí měření prováděná přenosnou částí je popis způsobu získání tohoto souboru uveden v **Příloze 6**. Tento soubor naměřených dat lze poté přenést do databáze ELD Master laboratorní části (viz **Příloha 7**).

3.6. STANOVENÍ $H^*(10)$, RESP. $H'(0.07)$

EPD pro účely monitorování prostředí prochází následující posloupností:

1. Přiřazovací reset spočívající ve vynulování dozimetru a jeho elektronickém přiřazení vybranému MM
2. Krátký pobyt v CLMS (maximálně 1 den)
3. Předání složce zajišťující distribuci dozimetru do MM
4. Transport do MM (hodiny)
5. Pobyt v MM (celkově hodiny až 3 měsíce dle konkrétní situace a požadavků)
6. V případě zájmu a možnosti průběžné (opakované) odečtení naměřených hodnot přenosnou čtečkou (v určených časových intervalech), minimálně vždy při umístění a vyzvednutí EPD v MM
7. Transport do CLMS (hodiny)
8. Krátký pobyt v CLMS (hodiny až 1 den)
9. Konečný odečet následovaný elektronickým uvolněním dozimetru

V případě provádění průběžných měření v MM se H_{MM} stanovuje z rozdílu po sobě následujících hodnot za dané období. Vzhledem k předpokládanému účelu měření není předpokládáno využití jiných EPD pro specifické účely odhadu dávek během krátkodobého transportu a pobytu v laboratoři.

PPDE vztahující se k MM lze pak stanovit jako:

$$\dot{H}_{MM} = \frac{H_{MM}}{t} \cdot 1000$$

kde

\dot{H}_{MM} [nSv/h] je výsledný PPDE,

H_{MM} [μSv] je PDE naměřený pomocí EPD za čas t ,

t [h] je doba monitorování

Vypočtené hodnoty $\dot{H}^*(10)$, resp. $\dot{H}'(0.07)$, odpovídají časovému období mezi jednotlivými odečty případně od resetu do uvolnění dozimetru laboratorní čtečkou.

Státní ústav radiační ochrany, v. v. i.	Metodika M6	List: 10 ze 26
	Stanovení $H^*(10)$ a $H'(0.07)$ systémem EPD	Datum účinnosti: 1.1.2014 Za správnost: Ing. D. Ekendahl

3.7. ZPRACOVÁNÍ DAT POMOCÍ APLIKACE TLD-RMS

Data získaná ze systému EPD jsou dále zpracována pomocí webové aplikace TLD-RMS určené pro zpracování dat integrálních dozimetrů v rámci RMS. Aplikace TLD-RMS umožňuje výpočet průměrných dávkových příkonů v jednotlivých MM. Zpracování naměřených dat probíhá dle uživatelské příručky pro aplikaci TLD-RMS [2]. Po výpočtu dávkových příkonů je možné odeslat výsledky do databázové aplikace MonRaS provozované SÚJB.

3.8. NEJISTOTA STANOVENÍ $H^*(10)$ A $H'(0.07)$ V MM

Protože konkrétní hodnota nejistoty měření bude silně závislá na celé řadě faktorů, především na délce monitorovacího období ve vztahu k dávkovému příkonu, nelze konkrétně stanovit její univerzálně platnou hodnotu.

Přesnost stanovení operační veličiny však byla zjišťována v rámci modelového experimentu zahrnujícího 3 měsíční expozici dozimetrů EDIS-1 v podmínkách přírodního pozadí včetně přídavného ozáření metrologickým zdrojem záření gama. Pro dané podmínky bylo experimentálně ověřeno, že naměřená hodnota operační veličiny nepřekračuje referenční hodnotu o více než $\pm 30\%$ a vyhovuje tedy požadavkům mezinárodních doporučení [3,4]. Vyhovění této podmínce bylo rovněž dokumentováno v práci [5].

3.9. KALIBRACE A ÚDRŽBA SYSTÉMU EPD

Dozimetry jsou automaticky kalibrovány výrobcem. Ke kontrole správné funkce systému slouží tzv. kalibrační zásuvka, která by měla být použita po každém ostrém resetu (viz **Příloha 3**) pro ověření správné funkce systému. V průběhu práce s dozimetry se nepředpokládá nutnost jejich překalibrování, nicméně v případě potřeby lze po úpravě vyžádané u výrobce zavést nové kalibrační koeficienty prostřednictvím speciálního programu a kalibrační zásuvky.

Jsou-li dozimetry používány v prašném prostředí, je nutné pravidelně čistit elektronické kontakty na dozimetru ještě předtím, než je dozimetr vložen do čtečky. **Čištění kontaktů** by rovněž mělo být provedeno, jakmile dochází k problémům při čtení dozimetru. Dojde-li ke kontaminaci dozimetru radioaktivními látkami je třeba provést dekontaminaci. Postup při čištění a dekontaminaci dozimetrů je popsán v **Příloze 8**.

3.10. ZABEZPEČENÍ JAKOSTI VÝSLEDKŮ

Základním nástrojem zabezpečení jakosti výsledků je metrologické ověření ve 2 letých intervalech a srovnávací měření v rámci sítě TLD.

Státní ústav radiační ochrany, v. v. i.	Metodika M6	List: 11 ze 26
	Stanovení $H^*(10)$ a $H'(0.07)$ systémem EPD	Datum účinnosti: 1.1.2014 Za správnost: Ing. D. Ekendahl

3.11. ZÁZNAMY NEBO VÝSTUPNÍ DOKUMENTACE

Záznamy vztahené k měření a vyhodnocení výsledků jsou uchovávány v těchto formách:

- Deník měření
- Originály nebo kopie průvodních listů (viz **Příloha 9**)
- Databáze aplikace ELD Master
- Databáze aplikace TLD-RMS

4. UPLATNĚNÍ METODIKY A NOVOST POSTUPŮ

Tato metodika je obecně uplatnitelná pro účely monitorování prostředí, konkrétně:

- v rámci provozu RMS ČR – využití EPD v síti TLD zejména za mimořádné radiační situace, kdy mohou stoupat nároky na rychlost vyhodnocení
- v rámci monitorování pracovišť SÚRO

Z hlediska novosti postupů **hlavní přínos metodiky spočívá v zavedení možnosti operativního měření $H^*(10)$, resp. $H'(0.07)$, integrálními dozimetry na monitorovaném místě bez nutnosti dopravy dozimetrů do laboratoře.**

Metodika je určena pro složky RMS zajišťující provoz sítě TLD:

Složka RMS	Činnost	Viz
CLMS	<ul style="list-style-type: none"> • Příprava průvodních listů • Příprava EPD v rámci laboratorní části • Měření EPD v rámci laboratorní části • Přenos externě pořízených dat do laboratorní části • Vyhodnocení výsledků $H^*(10)$, resp. $H'(0.07)$ • Údržba systému a čištění dozimetrů • Zpracování výsledků a dalších výstupů 	Příloha 9 3.4, Přílohy 3 a 4 3.5, Příloha 5 Příloha 7 3.6 3.9, Příloha 8 3.7, Příloha 9
MS	<ul style="list-style-type: none"> • Rozmístění/sběr EPD do/z měřících míst • Průběžná měření EPD v rámci přenosné části • Přenos dat z přenosné čtečky do notebooku • Záznam dat z průběžných měření do průvodních listů 	3.5, Příloha 5 Příloha 6 Příloha 9

Státní ústav radiční ochrany, v. v. i.	Metodika M6	List: 12 ze 26
	Stanovení $H^*(10)$ a $H'(0.07)$ systémem EPD	Datum účinnosti: 1.1.2014 Za správnost: Ing. D. Ekendahl

5. SEZNAM LITERATURY

- [1] WinELD Dosimetry System for SURO. Uživatelská příručka. Rados Technology Oy (2006)
- [2] Aplikace TLD-RMS – verze 1.17. Uživatelská příručka. ENVINET a.s. (2010)
- [3] IAEA. Assessment of Occupational Exposure Due to External Sources of Radiation. IAEA Safety Standards Series No. RS-G-1.3. (IAEA) (1999)
- [4] European Commission. Technical Recommendations for Monitoring Individuals Occupationally Exposed to External Radiation. Radiation Protection No 160. (EC) (2009)
- [5] Fuchs, H., Stähler, S. and Dittmar, M. New Data on Direct Ion Storage Dosimeters. Radiat. Prot. Dosim. 128, 120 – 123 (2008)

Státní ústav radiační ochrany, v. v. i.	Metodika M6	List: 13 ze 26
	Stanovení $H^*(10)$ a $H'(0.07)$ systémem EPD	Datum účinnosti: 1.1.2014 Za správnost: Ing. D. Ekendahl

6. PŘÍLOHY - PRAKTICKÉ POSTUPY A NÁVODY

Seznam příloh - praktických postupů a návodů

- Příloha 1: Spotřební materiál
- Příloha 2: Technické a dozimetrické parametry
- Příloha 3: Vynulování (reset) dozimetrů
- Příloha 4: Příprava EPD
- Příloha 5: Měření EPD čtečkami DBR-1 a DBR-2
- Příloha 6: Přenosy dat z DBR-2 při externích měřeních
- Příloha 7: Příjem dat laboratorní částí z DBR-2
- Příloha 8: Čištění EPD
- Příloha 9: Vzor průvodních listů

Státní ústav radiční ochrany, v. v. i.	Metodika M6	List: 14 ze 26
	Stanovení H*(10) a H'(0.07) systémem EPD	Datum účinnosti: 1.1.2014 Za správnost: Ing. D. Ekendahl

PŘÍLOHA 1: SPOTŘEBNÍ MATERIÁL

Spotřební materiál pro přípravu EPD k monitorování

- Polyetylenové obaly na dozimetry
- Samolepící etikety pro ruční popis

EPD se pevně uzavírá do polyetylenového sáčku a tento svrchní obal se opatřuje etiketou s popiskou MM.

Spotřební materiál pro čištění EPD

- Etanol
- Ochranné rukavice
- Dekontaminační prostředek NEODEKONT nebo jiný obdobný prostředek s neutrálním ph

Státní ústav radiační ochrany, v. v. i.	Metodika M6	List: 15 ze 26
	Stanovení $H^*(10)$ a $H'(0.07)$ systémem EPD	Datum účinnosti: 1.1.2014 Za správnost: Ing. D. Ekendahl

PŘÍLOHA 2: TECHNICKÉ A DOZIMETRICKÉ PARAMETRY

Dozimetry EDIS-1

Rozsah měření

$H^*(10)$ $1\mu\text{Sv}$ až 40 Sv
 $H'(0.07)$ $10\ \mu\text{Sv}$ až 40 Sv

Přesnost kalibrace

$\pm 5\%$ při 1 mSv Cs-137 pro $H^*(10)$
 $\pm 5\%$ při 10 mSv Cs-137 pro $H'(0.07)$

Energetická odezva v rozsahu dávky až do 500 mSv

Fotony: $\pm 30\%$ od 15 keV do 9 MeV pro $H^*(10)$
 $\pm 30\%$ od 6 keV do 9 MeV pro $H'(0.07)$
Beta: $+10\text{...}-50\%$ od 240 keV do $2,2\text{ MeV}$ (E_{max})

Úhlová závislost

$\pm 20\%$ až do 60° při 65 keV pro $H^*(10)$
 $\pm 20\%$ až do 60° při 65 keV pro $H'(0.07)$

Necitlivý k neutronům ($<5\%$)
Teplotní rozsah -10°C až 50°C

Státní ústav radiční ochrany, v. v. i.	Metodika M6	List: 16 ze 26
	Stanovení H*(10) a H'(0.07) systémem EPD	Datum účinnosti: 1.1.2014 Za správnost: Ing. D. Ekendahl

PŘÍLOHA 3: VYNULOVÁNÍ (RESET) DOZIMETRŮ

Vynulování EDIS-1 lze provést celkem 3 způsoby:

1. **„Session Reset“ (aktuální reset)** je zdánlivé vynulování v souvislosti s měřícím obdobím, což znamená, že aktuální přečtená hodnota dávky je uložena do interní paměti DIS a posléze odečtena od celkové dávky (signál zůstává, ale zdánlivě se měří od nuly). Tento způsob vynulování se doporučuje, je-li shromážděná dávka nízká a je-li potřeba měřit od nuly v pravidelných intervalech. Provádí se v režimu off-line. Postup je uveden v [1].
2. **„Assignment Reset“ (přiřazovací reset)**, nebo-li vynulování v souvislosti s plánovaným měřením, se týká především situace, kdy je dozimetr přidělen novému měřicímu místu. Provádí se vložením dozimetru do čtečky a zadáním příslušných operací prostřednictvím SW WinELD [1] - ELD Master (čtečka v on-line režimu). Signál není opět fyzicky odstraněn a zdánlivě se měří od nuly.
3. **„Hard Reset“ (ostrý reset)** znamená skutečné vynulování elementů DIS fyzikálním odstraněním náboje z plovoucí brány paměťové buňky. Toto vynulování by se mělo provádět pouze v případě nutnosti. Provádí se vložením dozimetru do čtečky a aktivací příslušné funkce SW WinELD [1]. Procedura se neprovede, pokud dávka nedosahuje alespoň předdefinované prahové hodnoty, která je přibližně 15-20% hodnoty maxima rozsahu komůrky DS a 2% poměru maxim rozsahu DL/DS. V tom případě je možné provést pouze přiřazovací reset. Je-li proveden ostrý reset, je nutné dozimetry vyhrát z důvodu dosažení plné obnovy jejich vlastností. Dozimetry musí být na 4 hodiny vloženy do pece s teplotou 60 - 65°C. Po jejich ochlazení na pokojovou teplotu (alespoň po dobu 1 hod) musí být proveden ještě přiřazovací reset z důvodu nastavení dozimetru pro měření od nuly. Případné prodloužení doby annealingu (maximálně 2 dny) a prodloužení doby ochlazování zlepšuje kvalitu provedených procedur. Nikdy nesmí být překročena teplota 70°C.

Tabulka 2 udává rozmezí doporučených hodnot pro jednotlivé typy resetu.

Tab. 2: Doporučená rozmezí dávek pro jednotlivé typy vynulování dozimetru

Element	Aktuální reset nebo přiřazovací reset (mSv)	Možný ostrý reset (mSv)	Doporučený ostrý reset (mSv)
DS	0,001 – 0,8	0,8 – 3	3 - 4
DL	0,01 - 6	6 - 100	100 - 1000
DH			
SL	0,01 - 6	6 - 100	100 - 1000
SH			

Státní ústav radiační ochrany, v. v. i.	Metodika M6	List: 17 ze 26
	Stanovení $H^*(10)$ a $H'(0.07)$ systémem EPD	Datum účinnosti: 1.1.2014 Za správnost: Ing. D. Ekendahl

Uvedené způsoby resetu se týkají pouze komůrek DIS (tedy DS, DL a SL). **U MOSFET elementů DH a SH není možnost vynulování, a tedy při dávkách přibližně nad 1 Sv nelze obnovit vlastnosti dozimetru. Měření s využitím DH a SH je však možné až do 40 Sv.** Z uvedeného vyplývá, že **v případě použití dozimetrů v prostředí s dávkami na úrovni přírodního pozadí postačuje provést ostrý reset jednou ročně.**

Státní ústav radiační ochrany, v. v. i.	Metodika M6	List: 18 ze 26
	Stanovení H*(10) a H'(0.07) systémem EPD	Datum účinnosti: 1.1.2014 Za správnost: Ing. D. Ekendahl

PŘÍLOHA 4: PŘÍPRAVA EPD

Příprava EPD k monitorování v MM:

1. Dle **seznamu MM** připravit příslušný počet dozimetrů EDIS-1 s dostatečnou měřicí kapacitou (nezaplněná komůrka DS)
2. Do databáze ELD Master vložit nové MM postupem dle [1]
3. Připravit odpovídající popisky na dozimetry, přiřadit dozimetry k MM, vyplnit známé údaje do **průvodních listů** – viz **Příloha 9**
4. Zapnout čtečku DBR-1 a vyčkat cca 30 min na její stabilizaci
5. Provést přiřazovací reset dozimetrů – viz **Příloha 3**, další podrobnosti viz [1]
6. V případě monitorování ve venkovních MM uzavřít dozimetry do polyetylenových sáčků, opatřit je popiskami a zkontrolovat neporušenost obalu

Příprava EPD k měření:

1. Před měřením zkontrolovat stav dozimetrů určených k měření. V případě znečištění obalu vyjmout opatrně dozimetr z obalu a zabránit případnému znečištění dozimetru. Dozimetr umístit na čisté nekontaminované místo.
2. Je-li samotný dozimetr znečištěn běžnými nečistotami, vyjmout jej z držáku a čistým etanolem navlhčeným hadříkem nebo měkkým papírem očistit kontakty a další plochy dozimetru.
3. Jsou-li zjištěny známky kontaminace dozimetrů radioaktivním spadem, nevyjímat dozimetry z polyetylenových obalů a provést jejich čištění pomocí dekontaminačního roztoku. Poté dozimetry vyjmout z očištěných obalů. V nutném případě, pokud měřič povrchové kontaminace indikuje známky radioaktivity na samotných dozimetrech, použít dekontaminační roztok Neodekont v souladu s **Přílohou 8**.

Státní ústav radiční ochrany, v. v. i.	Metodika M6	List: 19 ze 26
	Stanovení H*(10) a H'(0.07) systémem EPD	Datum účinnosti: 1.1.2014 Za správnost: Ing. D. Ekendahl

PŘÍLOHA 5: MĚŘENÍ EPD ČTEČKAMI DBR-1 A DBR-2

Čtečka DBR-1 – měření v CLMS:

1. Zapnout čtečku DBR-1 a vyčkat cca 30 min na její stabilizaci.
2. Čtečka **DBR-1** je v režimu **on-line** a naměřená data se automaticky ukládají do souboru typu **DBR-1 Readeryyyyymmdd.ELD**, který se nachází ve složce **C:/Program Files/Rados/WinELD/ELD Client/Data**. Spustit aplikace ELD Client, ELD Connector a ELD Master. V aplikaci ELD Master vybrat záložku Connections, položku Local a možnost Connect, tím dojde k přenesení dat ze souboru do záložky New Events. Postup převedení dat je dle [1].
3. Jedná-li se o konečné měření, provést zároveň elektronické uvolnění dozimetru dle [1].

Čtečka DBR-2 – průběžná externí měření:

1. Zapnout čtečku DBR-2 a vyčkat cca 30 min na její stabilizaci
2. Těsně před umístěním dozimetru v MM provést odečet dozimetru a data zaznamenat do průvodního listu
3. Při umístění dozimetru v MM zaznamenat časový údaj do průvodního listu
4. Podle potřeby provádět další odečtení v čase a zaznamenávat údaje, v případě venkovních měření znovu opatřit dozimetr ochranným obalem
5. Těsně po ukončení monitorování (po vyjmutí ELD z MM) provést odečtení a zaznamenat údaje do průvodního listu
6. V případě, že čtečka DBR-2 není při měření připojena on-line k přenosnému počítači se SW ELD Connector, provádět následné přenosy dat z DBR-2 po ukončení denních měření (kapacita DBR-2 v tomto případě je 256 záznamů) – viz **Příloha 6**

V případě, že čtečka DBR-2 není připojena k napájecímu zdroji, baterie má kapacitu cca pro 8 hodin provozu/500 měření.

Státní ústav radiační ochrany, v. v. i.	Metodika M6	List: 20 ze 26
	Stanovení H*(10) a H'(0.07) systémem EPD	Datum účinnosti: 1.1.2014 Za správnost: Ing. D. Ekendahl

PŘÍLOHA 6: PŘENOSY DAT Z DBR-2 PŘI EXTERNÍCH MĚŘENÍCH

A. Čtečka DBR-2 v režimu on-line při měření:

1. Je-li čtečka **DBR-2** v režimu **on-line** při měření a pokud **existuje** fungující předem připravené **síťové připojení** k laboratornímu systému EPD v CLMS, není třeba v místě měření provádět žádné dodatečné operace – naměřená data jsou stahována automaticky v databázi ELD Master v CLMS
2. Je-li čtečka **DBR-2** v režimu **on-line** při měření a pokud **neexistuje** fungující **síťové připojení** k laboratornímu systému EPD v CLMS, odesílají se naměřená data do CLMS ve formě souboru **DBR-2 Readeryyyymmdd.ELD**, který se nachází ve složce přenosného počítače:

C:/Program Files/Rados/WinELD/ELD Client/Data

K odeslání je možno využít e-mail nebo jiný nosič dat (USB flash disc, apod.)

B. Čtečka DBR-2 v režimu off-line při měření:

1. Je-li čtečka **DBR-2** v režimu **off-line** při měření a je-li **následně připojena k přenosnému počítači** (po připojení je v on-line režimu), dojde k automatickému přenosu dat do souboru **DBR-2 Readeryyyymmdd.ELD**, čímž se uvolní datová kapacita čtečky DBR-2 pro další záznamy. Uvedený soubor se nachází ve složce přenosného počítače:

C:/Program Files/Rados/WinELD/ELD Client/Data

K odeslání je možno využít e-mail nebo jiný nosič dat (USB flash disc, apod.)

2. Je-li čtečka **DBR-2** v režimu **off-line** při měření a **není-li následně připojena k přenosnému počítači**, zůstávají data v paměti čtečky (kapacita 256 záznamů). Po vyčerpání kapacity paměti již nová data nejsou zaznamenávána, naměřená data se však stále zobrazují na displeji čtečky a jsou tak k dispozici pouze z písemných záznamů v průvodních listech – je nutné **velmi pečlivě vyplnit průvodní list**.

Státní ústav radiální ochrany, v. v. i.	Metodika M6	List: 21 ze 26
	Stanovení H*(10) a H'(0.07) systémem EPD	Datum účinnosti: 1.1.2014 Za správnost: Ing. D. Ekendahl

PŘÍLOHA 7: PŘÍJEM DAT LABORATORNÍ ČÁSTÍ Z DBR-2

- Existuje-li** fungující předem připravené **síťové připojení** mezi přenosným systémem a laboratorním systémem EPD v CLMS, pak lze v pravidelných časových intervalech nebo na základě informace z externího pracoviště provést přímý přenos dat prostřednictvím SW ELD Master postupem dle [1]
- Neexistuje-li** fungující **síťové připojení** mezi přenosným systémem a laboratorním systémem EPD v CLMS, pak převzít soubor **DBR-2 Readeryyyymmdd.ELD** a zkopírovat jej do složky laboratorního počítače **C:/Program Files/Rados/WinELD/ELD Client/Data**. Z této složky je potřeba převést data do databáze ELD Master. Převod dat se provádí aktivací aplikace ELD Master a ELD Connector. V aplikaci ELD Master je funkce Connections, kde vybráním položky Local a možnosti Connect dojde k přenosu naměřených dat do záložky New Events. Postup převedení dat je dle [1].

Státní ústav radiální ochrany, v. v. i.	Metodika M6	List: 22 ze 26
	Stanovení H*(10) a H'(0.07) systémem EPD	Datum účinnosti: 1.1.2014 Za správnost: Ing. D. Ekendahl

PŘÍLOHA 8: ČIŠTĚNÍ EPD

V případě **běžného znečištění** (prach, apod.) je třeba dozimetr nejprve vyjmout z kovového držáku a část s konektory poté vyčistit jemným bavlněným tamponem navlhčeným etanolem.

Jsou-li měřením povrchové kontaminace zjištěny známky **radioaktivního znečištění**, je třeba nejprve pomocí dekontaminačního roztoku provést očištění polyetylenových obalů, v kterých jsou dozimetry. Přetrvávají-li známky kontaminace i pro z obalů následně vyňaté EPD, je třeba provést jejich **dekontaminaci**. K tomu je třeba čistící roztok s neutrálním ph (nezpůsobující korozi) – např. Neodekont, jemné bavlněné tampony, resp. látka nebo jemný papír. Dozimetr vyjmutý z držáku může být ponořen do roztoku na několik minut. Teplota roztoku by měla být v rozmezí 30 – 35°C. Po vyjmutí je třeba ještě dozimetr opláchnout vodou. Všechny zbytky dekontaminačního roztoku by měly být odstraněny. Dozimetr by poté měl být vysušen jemným papírem a poté vložen do pece s nastavenou teplotou 50°C na dobu 16 hod. Po vyjmutí by mělo být provedeno dodatečné vyčištění oblasti kontaktů pomocí etanolu a bavlněného tamponu. Stejně probíhá i čištění držáku, ale k vysušení by měl být použit teplý vzduch, dříve než je držák vložen do pece.

Státní ústav radiální ochrany, v. v. i.	Metodika M6	List: 23 ze 26
	Stanovení $H^*(10)$ a $H'(0.07)$ systémem EPD	Datum účinnosti: 1.1.2014 Za správnost: Ing. D. Ekendahl

PŘÍLOHA 9: VZOR PRŮVODNÍCH LISTŮ

Průvodní list EPD – souhrnné údaje

Pracoviště/MS	
Monitorovací období	

Datum přiřazovacího resetu	
Datum a čas předání EPD k monitorování	
Datum a čas převzetí exponovaných EPD	
Datum elektronického uvolnění EPD	

• Za CLMS vyplnil/a – jméno, podpis, datum:	• EPD převzal člen MS – jméno, podpis, datum:
---	---

Seznam EPD

Číslo EPD	Měřicí místo	• Poznámka

Vyplnění tohoto průvodního listu zajišťuje CLMS.

Státní ústav radiační ochrany, v. v. i.	Metodika M6	List: 24 ze 26
	Stanovení H*(10) a H'(0.07) systémem EPD	Datum účinnosti: 1.1.2014 Za správnost: Ing. D. Ekendahl

Instrukce a vysvětlivky k vyplnění položek průvodního listu – souhrnné údaje:

Datum přiřazovacího resetu	Zaznamenání data provedení přiřazovací resetu v CLMS
Datum a čas předání EPD k monitorování	Zaznamenání data a času předání EPD MS
Datum a čas převzetí exponovaných EPD	Zaznamenání data a času přijetí EPD od MS
Datum a čas elektronického uvolnění EPD	Zaznamenání data a času provedení elektronického uvolnění EPD v CLMS

Číslo EPD	Jednoznačné číslo EPD přiřazené uvedenému měřicímu místu
Měřicí místo	Název měřicího místa
Poznámka	Uvádí se: Z – dozimetr ztracen Neumístěn – dozimetr neumístěn Nevyzvednut - dozimetr nevyzvednut P – dozimetr poškozen Ostatní konkretizovat (např. poškození EPD, měřicího místa, změny, apod.)

Státní ústav radiální ochrany, v. v. i.	Metodika M6	List: 25 ze 26
	Stanovení H*(10) a H'(0.07) systémem EPD	Datum účinnosti: 1.1.2014 Za správnost: Ing. D. Ekendahl

Průvodní list EPD – průběžná externí měření

Datum měření: _____

Číslo nebo kód MS		Číslo trasy	
Čas výjezdu na trasu		Čas návratu z trasy	
Měření provedl/a		Přenos dat provedl/a	
V CLMS převzal/a			

Měřicí místo	Poloha (WGS 84)		Čas měření	H*(10) (mSv)	Poznámka
	SŠ	VD			
	° ' "	° ' "	:-		
	° ' "	° ' "	:-		
	° ' "	° ' "	:-		
	° ' "	° ' "	:-		
	° ' "	° ' "	:-		
	° ' "	° ' "	:-		
	° ' "	° ' "	:-		
	° ' "	° ' "	:-		
	° ' "	° ' "	:-		
	° ' "	° ' "	:-		
	° ' "	° ' "	:-		
	° ' "	° ' "	:-		
	° ' "	° ' "	:-		
	° ' "	° ' "	:-		
	° ' "	° ' "	:-		
	° ' "	° ' "	:-		
	° ' "	° ' "	:-		
	° ' "	° ' "	:-		
	° ' "	° ' "	:-		
	° ' "	° ' "	:-		
	° ' "	° ' "	:-		

Vyplnění tohoto průvodního listu zajišťuje MS.

Státní ústav radiální ochrany, v. v. i.	Metodika M6	List: 26 ze 26
	Stanovení H*(10) a H'(0.07) systémem EPD	Datum účinnosti: 1.1.2014 Za správnost: Ing. D. Ekendahl

Instrukce a vysvětlivky k vyplnění položek průvodního listu – průběžná externí měření:

Měřicí místo	Název měřicího místa zobrazený na displeji čtečky, případně doplnění geografického názvu
Poznámka	Uvádí se: Z – dozimetr ztracen Neumístěn – dozimetr neumístěn Nevyzvednut - dozimetr nevyzvednut P – dozimetr poškozen Ostatní konkretizovat (např. poškození EPD, měřicího místa, změny, apod.) Lze uvést také upřesnění geografické polohy MM.